第22卷 第3期 昆 虫 学 报 Vol. 22, No. 3
1979年 8 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Aug., 1979

光周期对淡色库蚊滞育越冬影响的观察

王 仁 赉

(上海第二医学院寄生虫学教研组)

摘要 本文观察了光周期对淡色库蚊 *Culex pipiens Pallens* Coq. 滞育越冬的影响,发现短日照导致雌蚊滞育越冬:1.卵巢滞育;卵巢平均长0.75毫米,第一卵泡平均直径0.04毫米(长日照卵巢发育,平均长1.23毫米,第一卵泡平均直径0.09毫米)。2.胃紧缩;圆柱形,无皱壁,最大横径平均为0.41毫米(长日照胃发育,有皱壁,平均最大横径0.78毫米)。3.拒绝吸血;吸血率仅为1.18%,唯一吸血的雌蚊吸血量仅为正常的1/4(长日照吸血率在80%以上)。4.积聚脂肪;含有中量和大量的占80%左右,(长日照脂肪含量少,微和少量的占80%以上)。5.寿命长可越冬;45天后有63%存活,10°—3℃温度下,越冬3个月存活28%,4个月后尚有10%,(长日照45天的全部死亡)。

对淡色库蚊光周期敏感虫期的观察,发现1至3龄幼虫对光周期不起反应。4龄幼虫、蛹和成蚊同时处理反应完全。羽化当天的雌蚊开始用短日照处理,仍可导致部分雌蚊产生滞育。胃和卵巢已发育和吸血产卵后的雌蚊不能再受短日照影响而滞育。从而说明淡色库蚊滞育越冬者均为新蚊,因此杀灭秋天蚊幼制止越冬蚊的发生是可取的。

对淡色库蚊还进行了光周期临界时间的观察,发现上海地区日照缩短到寒露后,就有大量拒绝吸血的滞育蚊出现。因此上海地区晚秋杀灭末一代蚊幼防制越冬蚊发生的工作,应在10月上旬开始进行。

实验生态学研究阐明昼夜光照节律对昆虫的季节发生有巨大影响(de Wilde, 1962)。Saunders (1976) 指出,昆虫在冬天之前,体内的生物钟能适时的对一定日照长度作出反应,可以使昆虫的新陈代谢有时间为进入滞育阶段进行必要的调整。光周期对蚊虫滞育的影响已有不少报道,Eldride(1963) 指出,三带喙库蚊吸血活动和光周期有关。Harwood 和 Halfill (1964) 指出 *Culex tarsalis* 在短日照下导致脂肪体积聚、卵巢发育消失。王仁赉(1966)证实白纹伊蚊卵的滞育和短日照有关。Depner 和 Harwood (1966) 发现光周期除对 *Anopheles freeborni* 卵巢和脂肪体有影响外,对胃的发育也有影响。Spielman 和 Wong (1973) 指出光音库蚊非自生种系在短日照下导致滞育,卵巢滞育的标准为第一卵泡大小为原卵区1.5倍以下。

一、方法和结果

(一) 淡色库蚊滞育越冬和光周期的关系

实验种系为当年农村捕获吸血成蚊,经实验室繁殖的第2代。在每日控制日夜温差5度的23°～18℃恒温室中,对幼虫至成蚊,每日用长日照(16小时)、短日照(8小时)进行处理。

1. 光周期对卵巢发育的影响

本文于1975年4月收到。

表 1　光周期对淡色库蚊卵巢发育的影响

光周期	抽样蚊数	卵巢长度（毫米）		第一卵泡直径（毫米）	
		范围	平均	范围	平均
长日照	25	0.93—1.47	1.23	0.07—0.10	0.09*
短日照	25	0.66—0.86	0.75	0.03—0.05	0.04**

* 第一卵泡全都超过原卵区 1.5 倍，相当于（Christopheres. 1911）卵泡发育的 II 期。
** 第一卵泡全不超过原卵区 1.5 倍。相当于（Christopheres. 1911）卵泡发育的 I 期。

表 2　光周期对淡色库蚊胃发育的影响

光周期	观察蚊数	胃最大横径（毫米）	
		范围	平均
长日照	25	0.67—1.33	0.78
短日照	25	0.4—0.67	0.41

表 3　光周期对淡色库蚊吸血活动的影响

光周期	观察蚊数	吸血		不吸血	
		数	%	数	%
长日照	221	178	80.53	43	19.47
短日照	87	1*	1.12	86	98.18

* 吸血量仅为正常的 1/4，第一卵泡不超过原卵区 1.5 倍。

长、短日照二组各随机抽样 25 只羽化 5 天的雌蚊进行解剖，测量卵巢长度，然后捣碎卵巢，测量第一卵泡直径。二组有明显的不同，尤其以第一卵泡更显著，短日照比长日照小一半以上（见表 1）。

2. 光周期对蚊胃发育的影响

在观察卵巢的同时，测量蚊胃的最大横径。长日照蚊胃发育，有皱壁，短日照胃紧缩，无皱壁（见表 2）。

3. 光周期对吸血活动的影响

长、短日照二组，各在第 5 天用小白鼠喂血过夜。短日照组 87 只雌蚊中，仅 1 只吸血，且其吸血量不及正常血量的 1/4，这显然与胃紧缩有关（见表 3）。

另外在原用短日照处理，羽化后改用长日照处理，或原长日照处理，羽化后改用短日照处理，都有一些吸血蚊发生生殖营养分离的现象。

4. 光周期对脂肪贮存的影响

二组同时用 10% 蔗糖水喂养 10 天，然后各抽样 25 只雌蚊解剖，观察脂肪的含量。长日照中微量和少量的占 84%，而短日照相反，含中量和大量的为 80%，见图 1。

5. 光周期对淡色库蚊寿命和越冬的关系

二组蚊子分别放在 20 立方厘米的小笼内，在 23°—18℃、20°—16℃、18°—14℃各放 5 天，继放在自然室温的水缸中，缸底放少量水，保持潮湿，每隔 5 天记录死亡数和缸内温

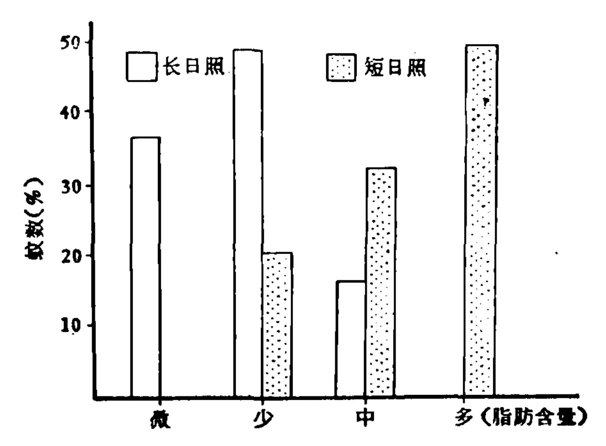


图1 不同光周期淡色库蚊脂肪含量的变化

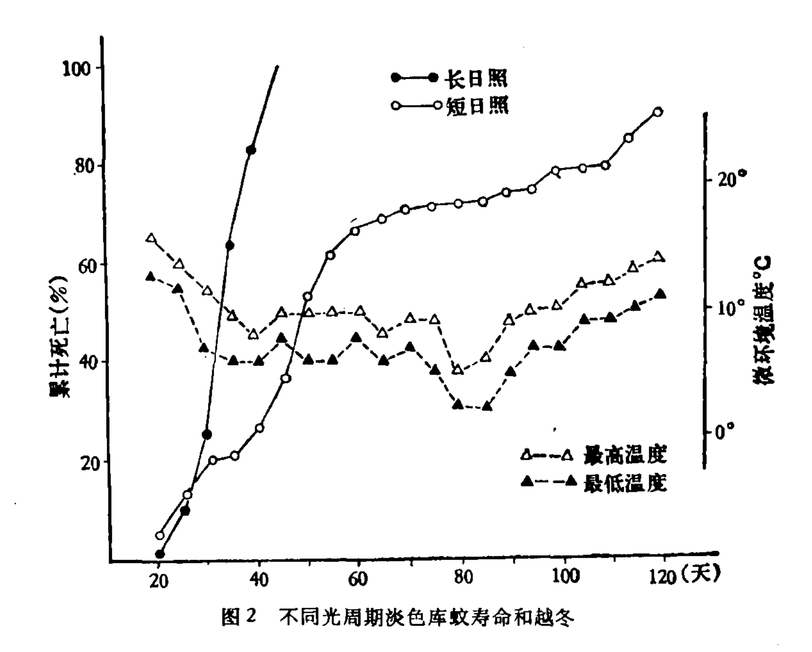


图2 不同光周期淡色库蚊寿命和越冬

度。结果长日照组雌蚊在45天内全部死亡，短日照组45天后尚有63%存活，经过寒冬3个月后存活28%，4个月后尚有10%存活，见图2。

（二）淡色库蚊对光周期敏感虫期的观察

在22°±1℃恒温室中，按不同虫期分8组进行长日照或短日照处理，每组随机抽样25只雌蚊，经解剖后以卵巢的第一卵泡不到原卵区1.5倍为滞育的标准，先后共观察3次(见表4)。结果虽不完全一致，但可从中看到，光周期对1—3龄幼虫不起作用，从4龄幼虫至成蚊羽化3天内连续诱导，其感受才完全。但较难确定哪一期为敏感期。另外还可见到羽化当天的成蚊，改用短日照处理，尚可使部分雌蚊被诱导为滞育蚊。

对原长日照处理，已吸血产卵过的老蚊，进行了短日照诱导的观察；共85只老蚊，在

20°—18℃温度下，用短日照处理20天，死亡44只不计，对41只进行第二次吸血。结果吸血率高达95%，仅2只不吸血。说明产卵后的老蚊，导致滞育越冬的可能性不大。

还对原长日照处理，羽化5天的未吸血蚊进行了短日照诱导的观察：共80只雌蚊，改用短日照处理20天，除死亡外，对残存的23只蚊子进行喂血，结果有78%吸血繁殖，5只不吸血蚊经解剖，卵巢第一卵泡大于原卵区4倍以上，胃最大横径都大于0.8毫米以上。因此卵巢和胃已发育的新羽化不久的雌蚊，再转变为滞育越冬蚊也不太可能。

表 4　淡色库蚊光周期敏感虫期的观察

长日照 □ 短日照 ▤ 1-3龄幼虫 4龄幼虫 蛹 成虫	试验1 滞育%	试验2 滞育%	试验3 滞育%
	0	0	
	0	0	0
	68	0	4
	88	0	16
	40	8	8
	0	24	8
	100	100	
	100	96	88

（三）光周期临界值的观察

在22°—24℃温室中，将4龄幼虫随机分成5组，分别用14、13:30、13、12:30、12小时5种光周期处理，直到雌蚊羽化后第5天，然后每组再随机抽样25只雌蚊解剖，以卵巢滞育为指标。结果13:30小时光周期组滞育蚊出现，13小时光周期组有64%滞育蚊出现，见图3。

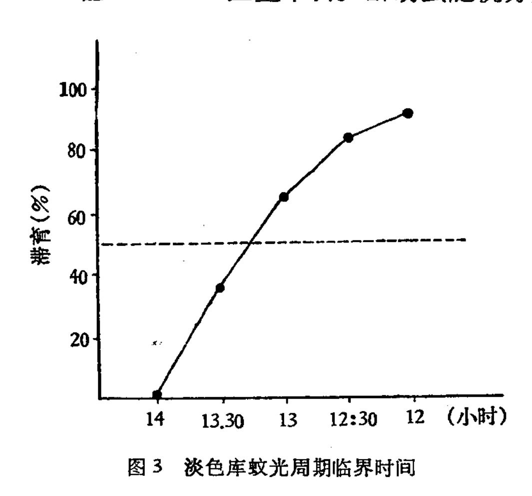


图3　淡色库蚊光周期临界时间

自然日照缩短和淡色库蚊滞育越冬发生关系的观察；于1978年在实验室的自然日照和室温的情况下，从9月5日起每隔10天一次，对当日羽化的雌蚊饲养5天，然后抽样25只雌蚊解剖，观察卵巢发育的变化，同时用50只左右雌蚊喂血，观察其吸血活动。结果发现在10月5日以前羽化的各批蚊子都正常发育和吸血。而在10月15日羽化的一批突然发生很大变化，滞育率迅速上升到56%，吸血率大大下降，仅为30%，说明该批新蚊中大部分已为滞育越冬蚊。10月25日以后各批新蚊除个别雌蚊卵巢发育和吸血外，绝大部分都为滞育越冬蚊。故上海地区淡色库蚊越冬发生的最早时间在寒露后的几天内，见图4。

从图4可见，上海地区淡色库蚊滞育越冬的发生是和日照缩短到13.30小时后，13小时前的临界时间紧密有关，和当时的室温关系不大。

二、讨　论

上述结果说明日照长度缩短到临界值之后，对淡色库蚊滞育越冬紧密有关。并证实越冬的淡色库蚊都为新蚊。这和作者过去的工作一致。这也证实了 Tate 和 Vincent

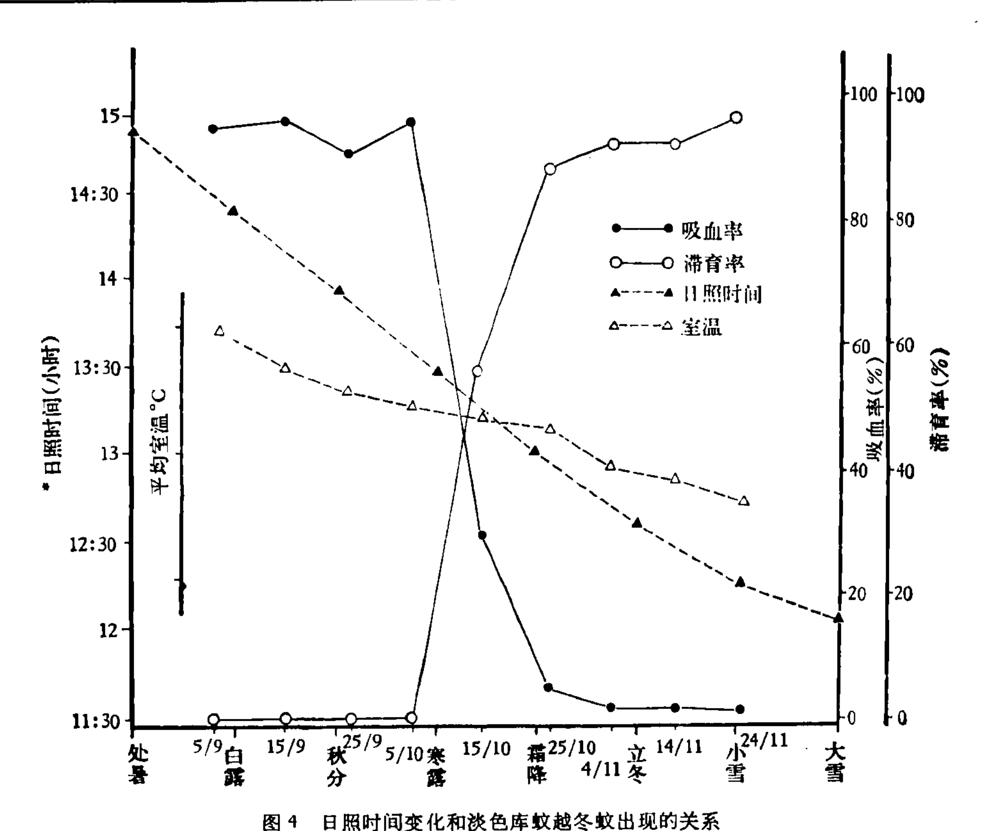


图 4 日照时间变化和淡色库蚊越冬蚊出现的关系

* 日照时间是根据上海地区太阳出落时间表和太阳视圆面中心在地平线下 12℃时的晨昏朦影(天倍, 1966)推算而得。

(1936)、Lacour (1937) 的观察；尖音库蚊到了秋天羽化后，不侵袭通常的宿主和不吸血，在进入越冬之前，吸取植物液汁而积聚大量的脂肪体，直到春天越冬结束之前不进行吸血 (Clements, 1963)。因此在秋天控制孳生地，杀灭幼虫期，即可使其不产生新蚊、从而达到制止越冬蚊的发生。对淡色库蚊来讲应该贯彻“打小”的原则，因其孳生地一般都选择在有机轻度污染的水体中，杀灭幼虫比杀灭分散的成蚊为易，对杀灭越冬蚊亦然。同时淡色库蚊光周期的临界值和自然光周期缩短滞育出现的时间告诉我们，在上海地区晚秋杀灭末一代淡色库蚊幼虫应在 10 月上旬开始进行。晚秋杀灭淡色库蚊末一代孑孓还可比早春杀灭第一代蚊幼有利，秋高气爽，上海地区 10 月份平均降雨量仅为 47 毫米，早春为清明时节雨纷纷，4 月份平均雨量 110 毫米。故晚秋杀灭末一代淡色库蚊孑孓是带有战略意义的措施，同时对杀灭至今尚未完全掌握越冬栖息场所的中华按蚊，三带喙库蚊等有重要的参考意义。

Saunders (1976) 指出，昆虫在冬天之前，短日照对其休眠是最好的信息，可以使昆虫新陈代谢有时间为进入越冬阶段进行必要的调整。在进入休眠前的准备期间，昆虫贮存脂肪、降低代谢水平、并形成特殊的蜡质层以阻止脱水等。同时指出和光周期有关的感受器在昆虫的脑系，当脑系处于长日照时促进激素的释放，导致大麻蝇 (*Sarcophaga arpyrostma*)等生长发育，处于短日照时抑制激素的释放，导致大麻蝇的蛹等滞育。Clements,

(1963) 也指出，越冬蚊子吸血后卵巢发育消失是由不产生激素所致，并引证了 Detinova (1945) 对 *Anopheles maculipennis* 的观察，越冬的雌虫和有生殖力的雌虫，它们的咽侧体染色性质不同，滞育者咽侧体大，当这些越冬蚊到了春天吸血后，迅速恢复到与夏季蚊子一样。本文说明淡色库蚊在进入越冬之前，在短日照诱导下，可在生理上发生一系列的变化；卵巢滞育，胃紧缩，拒绝吸血，吸食糖水逐渐积聚脂肪准备越冬。

这次对淡色库蚊的观察和对中华按蚊的观察（王仁赉，1975）一样，也有生殖营养分离的现象发生，这种蚊子一旦能越冬，乙脑等病毒在蚊体内就有可能过冬。最近我们又证实，淡色库蚊越冬后一般可吸血产卵 3 次，最多达 6 次，这样病毒过冬后又可广泛散布。过去认为生殖营养分解是越冬蚊，尤其是按蚊的越冬蚊的指标。现在看来这点值得怀疑。首先推测生殖营养分离的发生是由于胃已发育，卵巢滞育所造成，估计是滞育不彻底的一种表现。我们在遗传控制淡色库蚊越冬蚊发生的过程中，发现光周期不敏感种系和敏感种系杂交后的子代，在短日照诱导下，不感受者其胃和卵巢均发育，感受者其胃和卵巢均滞育，但有少数个体胃已发育而且卵巢滞育甚至还发现 1 只雌蚊胃已发育，二只卵巢一只发育一只滞育。越冬 100 天后的淡色库蚊，每隔 10 天，一部分解剖观察其胃和卵巢发育的变化，一部分观察吸血活动。结果发现胃发育先于卵巢，并有胃发育后即可吸血的趋势。从中华按蚊 9 只生殖营养分解的雌蚊解剖中发现，这种蚊子卵巢有逐渐长大的趋势，其中 5 只雌蚊的第一卵泡已发育到长日照组羽化后第 6 天的水平 0.07 毫米以上，估计再次吸血后就有生殖营养协调的可能。此外 Eldridge (1968) 报告尖音库蚊也可有生殖营养分离的发生，同时指出这种生殖营养分离的和仅喂糖水的脂肪含量无明显差别。我们在淡色库蚊和中华按蚊也都发现其脂肪含量不比喂糖水的多，说明吸食蛋白质不是越冬所需。这一问题尚待进一步证实。

de Wiled (1962) 指出昆虫的一生中并非全部对光周期是敏感的，通常除蛹期外皆可具感受力，但每一种类都有其特定的敏感虫期，甚至龄期。关于尖音库蚊的敏感虫期，Danilevskii 和 Glinyanaya (1958) 认为是成虫期，而幼虫期是附加的敏感期。Oda (1968) 认为是水生期。Spielmen 和 Wong (1973) 认为，在 18℃，蛹期为 5～6 天情况下，蛹期的头二天是卵巢滞育的临界点。本文对淡色库蚊的观察，认为敏感虫期应包括 4 龄幼虫、蛹和新羽成蚊。

参 考 文 献

天倍 1965 太阳出没和天文、民用晨昏朦影。天文爱好者 (4):18。
王仁赉 1966 光周期对白纹伊蚊卵滞育影响的观察。昆虫学报 15(1):75—7。
王仁赉 1975 杀灭秋季蚊幼现实意义的探讨。医学情况交流(上海)(6):20—2。
Clements, A. N. 1963 The physiology of mosquitoes. *Oxford, Pergamon*, Press P: 230—6.
Depner, K. R; and Harwood, R. F. 1966 Photoperiodic responses of two latitudinally diverse groups of *Anopheles freeborni*. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 59(1): 7—12.
Eldridge, B. F. 1963 The influence of daily photoperiod on blood-feeding activity of *Culex tritaeniorhynchus* Giles. Amer. Jour. Hyg. 77 (1): 49—53.
Eldridge, B. F. 1968 The effect of temperature and photoperiod on blood-feeding on ovarian development in mosquitous of the *Culex pipiens* complex. *Amer. Jour. Trop. Med. Hyg.* 17 (1): 133—40.
Harwood, R. F.; and Halfill, E. 1964 The effect of photoperiod on fat body and ovarian development of *Culex tarsalis*. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 57 (5): 596—600.
Spielman, A; and Wong, J. A. 1973 Enviromental control of ovarian diapause in *Culex pipiens*. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 66 (4): 905—7.
Saunders, D. S. 1976 The biological clock of insects. *Scientific American* 234(2): 114—21.
Wiled, J. de. 1962 Photoperiodism in insects and mites. *Ann. Rev. Ent.* 7: 1—26.

OBSERVATIONS ON THE INFLUENCE OF PHOTOPERIOD ON DIAPAUSE OF *CULEX PIPIENS PALLENS* COQ.

WANG REN-LAI
(Department of Parasitology, Shanghai Second Medical College)

There is an intimate relationship between the different regimes of photoperiodism and diapause of *Culex pipiens pallens* Coq. The short-day photoperiod may induce hibernation of newly emerged adults, 28% of which pass through more than three months. It is characterized by the diapause of ovary, the shrinkage of midgut, the distinct reluctance to blood, the free consumption of sugar water and the attendant increase in the size of the fat bodies.

The sensitivity to photoperiod is never extented to the entire life cycle, the 4th instar larvae, pupae and newly emerged adults together are stages showing the most sensitivity.

Culex pipiens pallens are long-day insects. Their successive growth and reproduction will continue unless the daily illumination is shortened to 13.5 hours at the temperature of 20°—22°C.